

Indice

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1 | L'Analisi Dimensionale | 1 |
| 1.1 | La classificazione delle grandezze fisiche | 1 |
| 1.2 | I sistemi di unità di misura | 4 |
| 1.2.1 | I sistemi monodimensionali | 5 |
| 1.2.2 | I sistemi omnidimensionali | 7 |
| 1.2.3 | I sistemi multidimensionali | 8 |
| 1.2.4 | La dimensione di una grandezza fisica e la trasformazione delle unità di misura | 11 |
| 1.2.5 | Alcune regole di scrittura | 15 |
| 1.3 | Il principio dell'omogeneità dimensionale | 16 |
| 1.3.1 | L'aritmetica del calcolo dimensionale | 19 |
| 1.4 | La struttura dell'equazione tipica sulla base dell'Analisi Dimensionale | 20 |
| 1.4.1 | Il metodo di Rayleigh | 20 |
| 1.4.2 | Il metodo di Buckingham (Teorema del Π) | 23 |
| 1.4.3 | Un'ulteriore dimostrazione del Teorema di Buckingham | 28 |
| 1.4.4 | Un corollario del Teorema di Buckingham | 39 |
| 1.4.5 | Il criterio della proporzionalità lineare | 42 |
| 2 | I metodi matriciali nell'Analisi Dimensionale | 45 |
| 2.1 | La formalizzazione dei metodi matriciali | 45 |
| 2.1.1 | Un'ulteriore generalizzazione della tecnica matriciale per il calcolo di monomi a dimensione non nulla | 48 |
| 2.1.2 | Il numero di soluzioni indipendenti | 52 |
| 2.1.3 | Alcune proprietà dei gruppi dimensionali e adimensionali | 59 |
| 2.2 | La riduzione del numero di gruppi adimensionali | 60 |
| 2.2.1 | La vettorializzazione e la discriminazione delle grandezze | 61 |
| 2.2.2 | L'incremento del numero delle grandezze fondamentali | 65 |
| 2.2.3 | Il cambiamento delle grandezze fondamentali e l'accorpamento delle variabili | 67 |

| | | |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 3 | La simmetria e le trasformazioni affini | 69 |
| 3.1 | La struttura delle funzioni dei gruppi adimensionali | 69 |
| 3.1.1 | La struttura della funzione dei gruppi adimensionali forzatamente <i>monomia</i> | 70 |
| 3.1.2 | La struttura della funzione dei gruppi adimensionali forzatamente <i>non monomia</i> | 71 |
| 3.1.3 | La struttura della funzione dei gruppi adimensionali possibilmente <i>monomia</i> | 73 |
| 3.2 | La rilevanza dimensionale e fisica delle variabili | 74 |
| 3.2.1 | Le variabili dimensionalmente irrilevanti | 74 |
| 3.2.2 | Le variabili fisicamente irrilevanti | 77 |
| 3.3 | Il Teorema di Buckingham e le trasformazioni affini | 83 |
| 3.3.1 | L'adimensionalizzazione delle equazioni algebriche e dei problemi differenziali | 85 |
| 3.4 | L'uso della simmetria per specificare la forma della funzione | 86 |
| 3.5 | Alcuni suggerimenti per l'individuazione dei gruppi adimensionali | 101 |
| 4 | La teoria della similitudine e le applicazioni ai modelli | 103 |
| 4.1 | I modelli fisici e la similitudine | 103 |
| 4.1.1 | La similitudine geometrica | 104 |
| 4.1.2 | La similitudine cinematica | 107 |
| 4.1.3 | La similitudine dinamica | 108 |
| 4.1.4 | La similitudine dinamica per sistemi di particelle materiali interagenti | 116 |
| 4.1.5 | La similitudine dinamica per continui rigidi | 117 |
| 4.1.6 | Le trasformazioni affini delle traiettorie e le condizioni di similitudine geometricamente distorta | 120 |
| 4.1.7 | La similitudine costitutiva e gli altri criteri di similitudine | 122 |
| 4.2 | La condizione di similitudine sulla base dell'Analisi Dimensionale | 125 |
| 4.3 | La condizione di similitudine sulla base dell'Analisi Diretta | 128 |
| 4.4 | La similitudine completa e incompleta | 131 |
| 4.5 | Una estensione del concetto di similitudine: alcune leggi scala in biologia | 132 |
| 4.5.1 | Una derivazione dell'esponente della legge di Kleiber | 137 |
| 5 | Le applicazioni dell'Analisi Dimensionale a problemi di forze e deformazioni | 141 |
| 5.1 | La classificazione dei modelli strutturali | 141 |
| 5.2 | La similitudine nei modelli strutturali | 143 |
| 5.3 | Le strutture sollecitate staticamente | 144 |
| 5.3.1 | I rapporti scala nella similitudine strutturale indistorta per modelli elastici statici | 145 |
| 5.3.2 | Il comportamento plastico | 148 |
| 5.3.3 | I modelli di strutture in calcestruzzo armato o precompresso | 148 |
| 5.3.4 | La curvatura di una trave in materiale duttile | 153 |

| | | |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|------------|
| 5.3.5 | I fenomeni di instabilità | 157 |
| 5.3.6 | La rotazione plastica di una sezione armata | 159 |
| 5.4 | Le strutture sollecitate dinamicamente | 162 |
| 5.4.1 | Le azioni di una forzante periodica | 162 |
| 5.4.2 | Le azioni impulsive: i fenomeni d'urto | 163 |
| 5.5 | Le strutture sollecitate da carichi di natura termica | 169 |
| 5.6 | Le vibrazioni delle strutture elastiche | 171 |
| 5.7 | I modelli aeroelastici | 174 |
| 5.8 | I modelli di carichi esplosivi esterni alla struttura | 177 |
| 5.9 | I modelli dinamici con azione da terremoto | 179 |
| 5.10 | Gli effetti scala nei modelli strutturali | 180 |
| 6 | Le applicazioni nella Geotecnica | 183 |
| 6.1 | La tavola vibrante | 183 |
| 6.1.1 | Le condizioni di similitudine per un modello su una tavola vibrante | 184 |
| 6.2 | Le condizioni di similitudine per i modelli in centrifuga | 186 |
| 6.2.1 | Le scale nei modelli in centrifuga | 188 |
| 6.2.2 | Gli effetti scala e le anomalie nelle centrifughe | 191 |
| 6.2.3 | I modelli di trasporto di contaminanti in centrifuga | 194 |
| 6.2.4 | La similitudine nei modelli dinamici in centrifuga | 197 |
| 6.2.5 | La similitudine nei processi tettonici | 199 |
| 6.3 | Alcune applicazioni per la soluzione dei problemi classici | 202 |
| 6.4 | L'Analisi Dimensionale dei <i>debris flow</i> | 208 |
| 6.4.1 | Il processo fisico di arretramento delle falesie | 214 |
| 7 | L'Analisi Dimensionale e i problemi di trasmissione del calore | 219 |
| 7.1 | I gruppi adimensionali rilevanti | 219 |
| 7.1.1 | Lo scambiatore di calore | 221 |
| 7.1.2 | Il trasferimento di calore nei nanofluidi | 225 |
| 7.1.3 | Lo scambio termico in presenza di vapori | 226 |
| 7.1.4 | Lo scambio termico di un corpo omogeneo | 228 |
| 7.2 | Il trasferimento di calore in reti ramificate frattali | 229 |
| 8 | Le applicazioni nella Meccanica dei fluidi e nell'Idraulica | 233 |
| 8.1 | I gruppi adimensionali di interesse nella Meccanica dei fluidi | 233 |
| 8.1.1 | L'equazione di bilancio della quantità di moto lineare | 233 |
| 8.1.2 | Le diverse condizioni alla frontiera | 238 |
| 8.2 | Le condizioni di similitudine nei modelli idraulici | 252 |
| 8.2.1 | La similitudine di Reynolds | 254 |
| 8.2.2 | La similitudine di Froude | 254 |
| 8.2.3 | La similitudine di Mach | 257 |
| 8.2.4 | La similitudine nei processi di filtrazione | 258 |

| | | |
|-------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 8.3 | I modelli idraulici geometricamente distorti | 261 |
| 8.4 | Gli effetti scala nei modelli idraulici | 262 |
| 8.5 | I modelli analogici | 270 |
| 9 | I modelli nell'Idraulica fluviale | 275 |
| 9.1 | La similitudine in un alveo non prismatico in regime stazionario (e non uniforme) | 275 |
| 9.1.1 | I modelli distorti di fiumi e canali in regime di moto gradualmente vario | 280 |
| 9.1.2 | Il rapporto scala del coefficiente di resistenza e della scabrezza | 282 |
| 9.1.3 | I modelli distorti di fiumi e di canali in regime di moto generico | 287 |
| 9.2 | I modelli in regime non stazionario | 290 |
| 9.3 | I modelli inclinati | 292 |
| 10 | I modelli in presenza di trasporto solido | 295 |
| 10.1 | Le condizioni di similitudine in alvei fluviali in presenza di sedimenti in movimento | 295 |
| 10.1.1 | I modelli indistorti: numero di Reynolds dei sedimenti $\rightarrow \infty$ | 297 |
| 10.1.2 | I modelli indistorti: numero di Reynolds dei sedimenti < 70 | 299 |
| 10.2 | Ipotesi di trasporto solido indipendente dalla profondità della corrente idrica | 299 |
| 10.2.1 | Ipotesi di trasporto solido indipendente dalla profondità della corrente idrica e di numero di Reynolds dei sedimenti $\rightarrow \infty$ | 301 |
| 10.3 | Il fondo in presenza di dune, <i>ripples</i> e altre forme: il calcolo della scabrezza equivalente | 301 |
| 10.3.1 | Le condizioni di similitudine per i sedimenti e per la corrente idrica in presenza di forme di fondo | 304 |
| 10.4 | Le scale temporali nei modelli a fondo mobile distorti | 306 |
| 10.5 | I fenomeni localizzati | 309 |
| 10.6 | La modellazione del trasporto solido in presenza di moto ondoso | 310 |
| 10.6.1 | La similitudine per le forzanti del trasporto solido (onde e correnti) | 313 |
| 10.6.2 | Ipotesi di <i>bed load</i> dominante | 315 |
| 10.6.3 | Ipotesi di <i>suspension load</i> dominante | 322 |
| Appendice A Le funzioni omogenee e le loro proprietà | | 325 |
| Appendice B I numeri (gruppi adimensionali) notevoli | | 327 |
| Glossario | | 353 |
| Bibliografia | | 357 |
| Indice analitico | | 363 |
| Indice degli autori | | 369 |

Analisi Dimensionale e Modellistica Fisica

Principi e applicazioni alle Scienze Ingegneristiche

Longo, S.

2011, X, 370 pagg., Softcover

ISBN: 978-88-470-1871-6